

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-87805

(P2001-87805A)

(43) 公開日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(51) IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト*(参考)
B 2 1 B 27/03	5 1 0	B 2 1 B 27/03	5 1 0 4 E 0 1 6
	5 2 0		5 2 0 4 E 0 6 7
27/00		27/00	A 4 K 0 1 8
			C
B 2 2 F 5/00		B 2 2 F 7/04	A
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-266584

(22) 出願日 平成11年9月21日(1999.9.21)

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(72) 発明者 神谷 欣宏

福岡県北九州市若松区北浜一丁目9番1号

日立金属株式会社若松工場内

(72) 発明者 佐野 義一

福岡県北九州市若松区北浜一丁目9番1号

日立金属株式会社若松工場内

Fターム(参考) 4E016 DA04 DA18 EA06 EA22

4E067 AA14 AB02 BA06 DC01 DC03

EB04

4K018 AD06 BA11 EA12 JA27 JA34

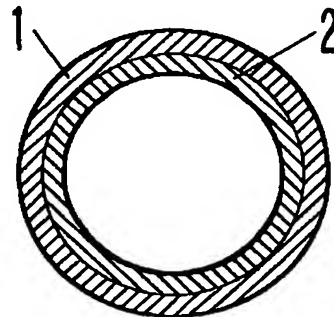
KA17

(54) 【発明の名称】 超硬合金製複合スリーブ

(57) 【要約】

【目的】 外層を高度な耐摩耗性を有するWC系超硬合金とし、内層を鋼材とする超硬合金製複合スリーブを、安定して製造するとともに、圧延時の熱き裂発生に起因するスリーブ破損の防止、圧延工程における工数の節減をはかる。

【構成】 WC系超硬合金からなる外層を、熱間等方圧加圧処理により、金属組織が実質的にパーライト単独又は実質的にパーライトと面積率で30%以下のフェライトにより構成された鋼材からなる内層の外周に形成した超硬合金製複合スリーブである。さらに、複合スリーブの回転軸方向に直角の断面において、外層の断面積/内層の断面積の比を1.2以上とする。また、WC系超硬合金からなる外層のスリーブの回転軸方向中央部における円周方向の圧縮残留応力を常温において15～60kg/mm<sup>2</sup>とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 WC系超硬合金からなる外層を、熱間等方圧加圧処理により、金属組織が実質的にパーライト単独又は実質的にパーライトと面積率で30%以下のフェライトにより構成された鋼材からなる内層の外周に形成したことを特徴とする超硬合金製複合スリーブ。

【請求項2】 複合スリーブの回転軸方向に直角の断面において、外層の断面積／内層の断面積の比が1.2以上であることを特徴とする請求項1に記載の超硬合金製複合スリーブ。

【請求項3】 WC系超硬合金からなる外層のスリーブの回転軸方向中央部における円周方向の圧縮残留応力が常温において15～60kg/mm<sup>2</sup>であることを特徴とする請求項1又は2の何れかに記載の超硬合金製複合スリーブ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は外殻となるスリーブを軸部に嵌合固定した組立式圧延ロールに関し、特に外殻となるスリーブがWC（タングステンカーバイド）系超硬合金の外層と鋼材の内層とからなる複合スリーブに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 WC系超硬合金単体からなるスリーブは、例えばブロックミルのような特殊な圧延機による線材、棒材、管状圧延等の分野で、古くから用いられている。近年は、焼結技術の進歩に伴い、超硬合金を一般的な線材、棒材、板材等の圧延機に適用する様々な試みがなされ、一部の用途では実用化され、優れた耐摩耗性能を発揮している。例えば、耐摩耗性に優れた超硬合金を外層とし、靱性に優れた鋼材を内層として、両者を熱間等方圧加圧（以下「HIP」と略記する）処理により、焼結と同時に拡散接合した複合材質構造のスリーブがある。

【0003】 例として、特開平10-8211号公報には、各種ハイス又は超硬合金の外層を鋳鋼又は鍛鋼又は黒鉛鋳鋼からなる内層の外周に設けた複合スリーブを軸部に嵌合固定する組立式圧延ロールが開示され、複合スリーブの胴端部を同公報記載の特定形状にすることで、圧延に供しても胴端部の破損が防止できるとされている。

【0004】 さらに参考例として、特開平1-241306号公報には、耐摩耗性に優れた高合金材としてハイスの外層を圧縮降伏強度が90kg/mm<sup>2</sup>以上の鋼材からなる内層の外周に設けた複合リングロールが開示され、内層を強化することにより、リングロールをロール軸に軸嵌固着して長期間使用しても、固着の緩むことがないとされている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の技術例のように、耐摩耗性に優れた超硬合金若しくは高合金材を外

層とし、靱性に優れた鋼材を内層とする複合スリーブは、構成は簡単であるが、実用化するに当たって、残留応力が不安定、割れ、複合境界部からの剥離等製造面及び使用面での課題が多々あり、これを解決するため適用目的に応じて様々な創意工夫がなされている。

【0006】 圧延ロールには、圧延による摩耗や肌あれの進行が少なく、かつ圧延に伴う発熱がロールへおおよす熱サイクル、咬み止め（圧延停止）のような圧延不具合等に起因する熱き裂に対する強さが求められる。WC系超硬合金ロールにおいては、その優れた耐摩耗性と耐肌あれ性を活かして、弱点である耐熱き裂性を向上させたロールが望まれる。従来、WC系超硬合金の耐熱き裂性を向上させるため、耐摩耗性を犠牲にしてWC比率を低減する方法、内層を鋼材の複合スリーブにしてWC系超硬合金の外層へ圧縮残留応力を付与する方法等が提案されている。

【0007】 従来のWC系超硬合金製複合スリーブは熱的及び機械的負荷の比較的軽微な線材や丸鋼等の主に仕上圧延にしか使用されていなかった。耐摩耗性を最高状態に維持しつつ熱き裂に起因する割損が防止でき、かつ安定して製造できる複合スリーブはまだ実現していない。本発明はこのような複合スリーブの実現を目的とするもので、仕上圧延は勿論のこと、負荷が苛酷な中間圧延、粗圧延、さらに板材圧延等への適用拡大を目的にしてなされたものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の第1発明は、WC系超硬合金からなる外層を、HIP処理により、金属組織が実質的にパーライト単独又は実質的にパーライトと面積率で30%以下のフェライトにより構成された鋼材からなる内層の外周に形成した超硬合金製複合スリーブである。

【0009】 第2発明は、第1発明の超硬合金製複合スリーブの回転軸方向に直角の断面において、外層の断面積／内層の断面積の比が1.2以上の超硬合金製複合スリーブである。

【0010】 第3発明は、第1発明又は第2発明の超硬合金製複合スリーブのWC系超硬合金からなる外層のスリーブの回転軸方向中央部における円周方向の圧縮残留応力が常温において15～60kg/mm<sup>2</sup>である超硬合金製複合スリーブである。

【0011】 図1は本発明実施例WC系超硬合金製複合スリーブの回転軸方向に直角の断面図である。同図において、外層1はWC系超硬合金からなり、内層2は鋼材からなる。外層1と内層2はHIP処理により金属的に拡散接合されている。第1発明において、内層2の金属組織が実質的にパーライトとする限定は、フェライトとセメンタイトが共析反応により層状に析出した層状パーライトが主体の金属組織にすることである。パーライト組織にてなる鋼材の中には、初析セメンタイト、初析フ

フェライト、残留オーステナイト、ベイナイト、マルテンサイト等の各種金属組織が少量混在する場合もありうる。これらの金属組織が少量混在しても、パーライトが本来有する物理的、機械的特性に大きな影響をおよぼさない限り、本発明の範囲に含むものとする。

【0012】さらにフェライトに限っては、内層鋼材のパーライト組織中に面積率が30%以下混在させてもよい。フェライトは内層鋼材の機械的性質の伸びを大きくするので、咬み止め（圧延停止）等の圧延不具合に遭遇した場合、内層に生じる過大な引張歪みに対して耐えるようにするためである。フェライトの面積率が30%を超えると、軟弱になり過ぎて、圧延時の機械的負荷に耐えられなくなる。以上により構成される本発明の内層用鋼材は、引張残留応力とそれに基づく引張歪みが付与されており、さらに引張・圧縮応力や熱応力による歪みが圧延中に生じるため、機械的性質として1%以上の伸びを有するのが好ましい。伸びが1%未満のときは、引張破断を生じることがある。

【0013】図2は、WC系超硬合金の外層を、HIP処理により、内層の外周に形成したときの、冷却過程における外層及び内層の熱収縮の模式説明図である。同図において、線AはWC系超硬合金外層の熱収縮を示す。内層の鋼材は2種類について示し、線Bはその金属組織がパーライトの場合、線Cは参考としてベイナイトの場合の熱収縮を示す。ここで、WC80重量%程度含有するWC系超硬合金の熱収縮率は概略 $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、鋼材のオーステナイトの熱収縮率は概略 $18 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、同じくパーライトは概略 $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である。

【0014】複合スリーブをHIP処理により形成し、冷却途中の図2の高温 $t_4$ からの冷却において、WC系超硬合金の外層は、線Aのように相対的に小さい勾配で収縮するので、常温 $t_1$ に到達した時点での収縮量が少ない。内層鋼材は、その金属組織がパーライトのときは、線Bのように、パーライト変態が始まる温度 $t_3$ （概略750~600 $^{\circ}\text{C}$ ）迄はオーステナイト状態にあるため、相対的に大きい勾配で収縮し、温度 $t_3$ に到達後パーライト変態が始まって終了する迄は膨張が起こり、終了後は常温 $t_1$ に到達する迄相対的に中等の勾配で収縮する。仮に、鋼材内層の金属組織がベイナイトのときは、線Cのように、ベイナイト変態が始まる温度 $t_2$ （概略400~250 $^{\circ}\text{C}$ ）迄はオーステナイト状態にあるため、相対的に大きい勾配で収縮し続け、温度 $t_2$ に到達後ベイナイト変態が始まって終了する迄は膨張が起こり、終了後は常温 $t_1$ に到達する迄直線的に収縮する。なお、常温 $t_1$ に到達しても変態が完了しない場合は残留オーステナイトとして残存する。

【0015】WC系超硬合金外層と鋼材内層がHIP処理により金属的に拡散接合された複合スリーブは、外層に比べて内層の熱収縮量が大きいので、外層に圧縮応力が付与される。この圧縮応力が過大な場合は、外層の端

部、接合の境界部等から破壊する。ここで、熱収縮と発生する応力との関係は、高温領域では塑性変形しやすいので、歪みが解消されて、応力として残留し難い。温度降下とともに高変形抵抗状態となり、外層と内層との熱収縮量の差に伴う応力が生じ、常温状態ではその収縮量の差にほぼ比例して残留応力が生じる。

【0016】内層の金属組織がパーライトの場合は、丁度パーライト変態が起こる温度 $t_3$ くらいから高変形抵抗領域になり始め、最初に変態の進行に伴って膨張するが、変態完了後は温度降下とともに収縮し、内層のほうが大きく収縮する結果、内層に引張応力が作用し、外層に圧縮応力が作用する。そして、常温 $t_1$ に到達した時点で、残留応力として残存する。

【0017】仮に、内層の金属組織がベイナイトの場合は、変態温度 $t_2$ が低いので、ほぼ高変形抵抗領域になってからも、オーステナイトの状態で収縮する。オーステナイトのほうが、パーライトよりも熱収縮率が大きいので、同一温度においてパーライトの場合よりも大きな値の内層に引張、外層に圧縮の応力が作用する。そして、ベイナイト変態直前の時点 $t_2$ でこれらの応力値は最大になり、外層の端部、外層と内層との境界部等にて破損する場合がある。ベイナイト変態が始まると、これまで内層に発生していた引張応力が、膨張により打ち消される傾向になる。さらにベイナイト変態が進んで、内層の引張応力が圧縮応力に逆転すると、外層が必須とする圧縮応力は引張応力になってしまう。外層に引張応力が発生すると、外層に割れが発生したり、使用中に熱き裂が発生し易く、これを起点にしてスリーブが破損したりする。さらに、ベイナイトのようなオーステナイトが低温領域で変態する金属組織にするのは、金属組織の安定性の点でも問題があり、化学成分、冷却条件、その他の製造条件の影響を著しく受け易く、製造が不安定になる。

【0018】一方、パーライトは安定して生成する金属組織であるので、安定して製造することができるとともに、外層に圧縮残留応力を安定して付与することができる。さらに製造を安定化するには、第2発明のとおり外層の断面積／内層の断面積の比を1.2以上にする必要がある。内層鋼材の金属組織をパーライトにすると、前記のようにパーライト変態温度 $t_3$ にて膨張が始まり、外層に比べて内層の断面積が大きいと、外層に引張応力が作用する場合がある。この時点で外層の引張応力が過大なときは、外層に割れが発生する。また、常温 $t_1$ まで冷却されたとき外層に圧縮応力が作用し、内層は引張応力となるが、この引張応力が過大になると、スリーブ半径方向の引張応力も過大となって、外層の端部若しくは外層と内層の境界部にて破損する。これら過大な両応力の発生を防ぐには、外層に比べて内層の断面積を小さくする必要があり、上記の限定により、健全なWC系超硬合金製複合スリーブを安定して製造できる。

【0019】さらに第3発明では、WC系超硬合金外層のスリーブの回転軸方向中央部における円周方向の圧縮残留応力を常温 $t_1$ において $15 \sim 60 \text{ kg/mm}^2$ とするが、この限定により外層は耐熱き裂性と耐摩耗性に優れるとともに、スリーブの耐破損性に優れ、さらに安全に使用できる超硬合金製複合スリーブとなる。圧縮残留応力が $15 \text{ kg/mm}^2$ 未満のときは圧延に供して十分な耐熱き裂性がなく、同じく $60 \text{ kg/mm}^2$ を超えときは圧縮残留応力に比例する半径方向の引張残留応力が過大となり、圧延に供したときさらに圧延応力と熱応力が加わって、外層の端部若しくは外層と内層との境界部にて破損する危険性が大きくなる。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】本発明複合スリーブに用いる内層には、パーライト組織になる鋳造、鍛造、圧延等により製造した炭素鋼、炭素工具鋼、合金工具鋼等の鋼材を選ぶ。外層はその用途に応じてWC50～90重量%を含有するWC系超硬合金とする。HIP処理は、例えば、内層となる円筒状鋼材素材の外周にNiめっきを施し、内層となる素材から少し離れた位置に環状の仕切板を予め設け、仕切板の内側にWC50重量%、外側にWC60～90重量%を含有するWC系超硬合金の素材を充填後、仕切板を除去してWC重量%が異なる2種類のWC系超硬合金の素材を充填した鋼板缶部を設け、鋼板缶部を脱気密封の後HIP処理し、WC系超硬合金を焼結するとともに鋼材素材の外周に拡散接合して本発明の複合スリーブとする。ここで用いるWC系超硬合金の素材は、粉末状態、焼結した状態等の素材を適宜選ぶことができる。また、上述のように、内層の鋼材素材とWC系超硬合金の素材との間に、WC含有量を減じたWC系超硬合金の素材を配置して中間層を形成することにより、より強靱な複合スリーブを得ることができる。

#### 【0021】

【実施例】図3は本発明複合スリーブ実施例の線材圧延

表1

試験 No.	外層と内層の 境界の直径 (mm)	外層断面積 ／内層断面積 (比)	円周方向 残留応力 ( $\text{kg/mm}^2$ )	異常の有無
1	300	0.95		加工中に割れる
2	285	1.5	-57	異常なし
3	250	4.8	-24	異常なし

#### 【0025】実施例2

次に実圧延試験用として、実施例1と同一寸法、同等化学成分、同一製法により製作したWC系超硬合金製複合スリーブ3を2個準備した。外層1と内層2の境界の直径は260mmとした。これらの複合スリーブ3をそれぞれ軸部4へしまりばめにより嵌合固定して、1対の線材圧

用組立式圧延ロールの回転軸方向断面概略図である。超硬合金製複合スリーブ3はWC系超硬合金の外層1と鋼材の内層2とからなり、軸部4へ嵌合固定する。外層1は化学成分が重量比でWC80%、Co13%、Ni6%、Cr1%からなるWC系超硬合金である。内層2はJIS SCM440鋼の圧延素材から加工した。

#### 【0022】実施例1

試験調査用として、外層と内層の接合境界の径を表1にて示す3種類に変えた試験No.1～No.3のWC系超硬合金製複合スリーブ3を製作した。段落番号0020～0021の諸元を基準として、鋼材内層2の粗材の外周に、HIP処理によりWC系超硬合金の外層1を形成した。HIP処理して常温まで冷却した後、外径360mm、内径220mm、長さ650mmに仕上加工した。複合スリーブ3の表面は、カリバーを設けず、平坦に加工した。

【0023】表1にて示すように、試験No.1の複合スリーブは外径加工中に割れが発生した。外層の断面積／内層の断面積の比が小さいため、外層の圧縮残留応力が過大となり、境界部の半径方向の引張応力が大きくなった結果、端部加工中に入った切り欠きを起点にして、割れが発生したものと考えられる。試験No.2及びNo.3の複合スリーブは、加工後に超音波により内部検査したが、き裂等の異常はなかった。No.2及びNo.3複合スリーブ表面の回転軸方向中央位置に歪ゲージを貼り付け、歪ゲージを挟むようにしてその両側を円周方向に幅15mmで切断し、次いで半径方向深さ5mm位置で切り取って、歪み解放法により外層のスリーブ円周方向の残留応力を測定した。測定結果を表1に示す。これら両スリーブに異常がなかったのは、外層の断面積／内層の断面積の比が適切であり、圧縮残留応力が過大でなかったためと考えられる。各スリーブの内層部から試験片を採取して、顕微鏡により金属組織を調べた結果、パーライト100%であった。

#### 【0024】

延中間スタンド用組立式圧延ロールとした。複合スリーブ3の表面には14本のカリバーを設けた。線材の圧延に試験使用してみたが、摩耗が殆どないのは勿論、圧延肌が美しく、スリーブ破損につながるような深い熱き裂や欠損は認められず、さらに継続使用しても問題ないことが判明した。

【0026】なお、このスタンドの場合、従来使用されていた超合金製ロールは、スリーブの回転軸方向の長さが短く、4本のカリバーしか設けられないスリーブ2個を軸部へ嵌合固定されたものである。これに対して、本発明の複合スリーブは胴部の全長に亘る長さであり、14本のカリバーを設けたので、カリバー数が多い分だけ、ロール組み替え工数が節減されるとともに、ロールの寿命が向上する。また、このように回転軸方向の長さが長い場合は、表面にカリバーがない平鋼圧延に用いたとき、カリバー位置による制約のようなものがなく、圧延位置は間隔を狭くして胴部の全長に亘って変更できるので、ロール組み替え工数節減及びロール寿命がさらに向上する。

【0027】

【発明の効果】本発明により、WC系超合金製複合スリーブを、安定して製造することができる。また、高度な耐摩耗性を有するとともに、外層に適切な圧縮残留応

力が付与されており、圧延時の熱き裂発生に起因するスリーブの破損防止に寄与する。さらに、圧延工程における工数節減とロール寿命向上に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例WC系超合金製複合スリーブの回転軸方向に直角の断面図である。

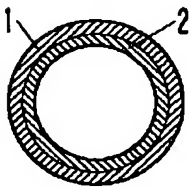
【図2】WC系超合金の外層をHIP処理により内層の外周に形成したときの冷却過程における外層及び内層の熱収縮の模式説明図である。

【図3】本発明複合スリーブ実施例の線材圧延用組立式圧延ロールの回転軸方向断面概略図である。

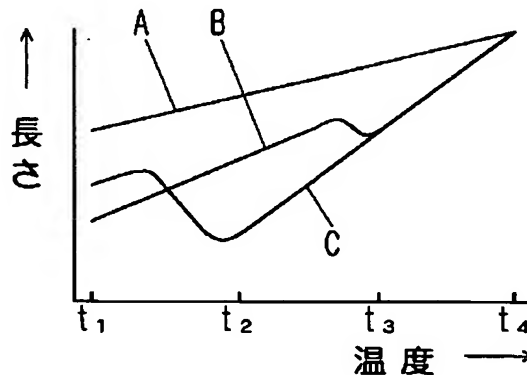
【符号の説明】

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1 ; 外層           | 2 ; 内層           |
| 3 ; 複合スリーブ       | 4 ; 軸部           |
| A ; WC系超合金の熱収縮線  | B ; パーライト組織の熱収縮線 |
| C ; バイナイト組織の熱収縮線 |                  |

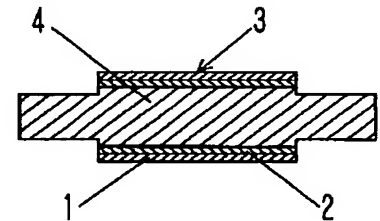
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

B 2 2 F 7/04

B 2 3 K 20/00

識別記号

F I

B 2 3 K 20/00

B 2 2 F 5/00

テ-マ-コード (参考)

B

E